CONCENTRAÇÃO TOTAL E BIOACESSÍVEL DE MINERAIS EM FEIJÃO DE TEGUMENTO PRETO

Aline M. PEREIRA[1]*; Daisa H. BONEMANN[2]; Patrick da S. SILVA[3]; Layla D. Macedo[4]; Jennifer F. R. SARAIVA[5]; Amanda P. PEREIRA[6]; Anderson S. RIBEIRO[7]; Marcia A. GULARTE[8]

[1]Doutoranda, Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos/UFPel
[2]Doutoranda, Centro de Ciências Químicas, Farmaceuticas e de Alimentos/UFPel
[3]Mestrando, Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos/UFPel
[456]Graduandos, Centro de Ciências Químicas, Farmaceuticas e de Alimentos/UFPel
[7]Docente, Centro de Ciências Químicas, Farmaceuticas e de Alimentos /UFPel.
[8]Docente, Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos/UFPel.
*E-mail para correspondência: aline_jag@hotmail.com

RESUMO: O presente estudo avaliou a concentração total e bioacessível de minerais em feijão cru e cozido. Foi utilizado um espectrômetro de emissão óptica de plasma induzido por microondas (MIP OES). Os elementos que apresentaram maior concentração, tanto no feijão cru quanto cozido, foram Fe e Zn. Entretanto, quando o estudo de bioacessibilidade foi realizado, os mais bioacessíveis foram Cu e Zn. Os resultados indicam que a água e o processo de cozimento influenciam significativamente no teor de minerais. Além disso, estudar a concentração de minerais no feijão cozido é mais importante do que no grão cru, pois o feijão é um alimento consumido cozido.

Palavras-chave: MIP OES, bioacessibilidade, valor nutricional, cocção de feijão.

INTRODUÇÃO

O feijão possui grande importância na economia brasileira e é um dos alimentos mais consumidos pela população. Sendo constituído de carboidratos, proteínas, lipídeos e rico em vitaminas e minerais, entre eles, Fe, Zn, Mn, Cu, Mg e K (HAYAT et al., 2014). Minerais são elementos químicos que desempenham papel crucial na manutenção da vida humana, pois são cofatores em muitas reações enzimáticas e estão envolvidos em inúmeras vias bioquímicas. Além de manter a homeostase, os minerais são componentes críticos da função neurológica e muscular (SCHUCHARDT, HAHN, 2017).

Na ingestão dos alimentos podemos destacar o processo de bioacessibilidade, que é a quantidade de um componente do alimento que está presente no intestino humano, após sua liberação a partir da matriz do alimento e torna-se disponível para ser absorvida pelo intestino. A fração bioacessível é influenciada pelas formas químicas dos elementos, pelo comportamento das espécies e complexos organometálicos no trato gastrointestinal e pelas interações com a matriz alimentar

(TAGLIAZUCCHI et al., 2010). O objetivo do estudo foi avaliar a concentração total e bioacessível de minerais em feijão cru e cozido.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados grãos de feijão comum de tegumento preto (*Phaseolus vulgaris* L.) adquiridos no comércio local na cidade de Pelotas/RS. Para o estudo de decomposição ácida e de bioacessibilidade, amostras de feijão cru foram moídas em um moinho de laboratório modelo Lab Mill 3100 e depois homogeneizadas em um misturador de vórtice. Já as amostras de feijão cozido foram maceradas e homogeneizadas em gral com pistilo de porcelana.

Para a determinação dos elementos foi utilizado um espectrômetro de emissão óptica com plasma induzido por micro-ondas (MIP OES) equipado com um nebulizador OneNeb e uma câmara de nebulização Multimode Sample Introduction System. Para determinação da concentração total no feijão cru foram pesadas 1000 mg de amostra em tubos de vidro, adicionado HNO3 40 % e acoplado o sistema de refluxo nos tubos, o qual conta com uma recirculação de água a 15 °C mantido por um banho termostatizado. Posteriormente, os tubos foram colocados no bloco digestor por 4 horas á uma temperatura de 200 °C , após as soluções foram resfriadas e foi adicionado 1 mL de H2O2 retornado ao bloco por mais 1 hora. Ao final as soluções foram resfriadas e avolumadas a 50 mL com água desionizada. Para o feijão cozido, o procedimento de decomposição foi o mesmo, no entanto, levou-se em consideração o teor de umidade para pesagem da massa.

Para a bioacessibilidade, utilizou-se o processo de digestão *in vitro*, o qual foi adaptado de Minekus et al. (2014). Foram pesados aproximadamente 5 g de cada amostra de feijão cru e feijão cozido, separadamente, em frascos de polipropileno. Na primeira etapa, 10 mL de saliva sintética e 1 mL de $CaCl_2$ 7,5 mmol L^{-1} foram adicionados diretamente as amostras, o pH da solução foi ajustado para 7 com a adição de NaOH 1 mol L^{-1} e, posteriormente encaminhadas ao banho Dubnoff com aquecimento a 37 °C e agitação, por 10 min. Na segunda etapa, foram adicionados 9,1 mL de suco gástrico sintético, 700 µL de $CaCl_2$ 2 mmol L^{-1} e HCl 1 mol L^{-1}, para ajustar o pH da solução para 3 e novamente encaminhadas ao banho Dubnoff com aquecimento a 37 °C e agitação por 2 h. Já na terceira etapa, adicionou-se 18,5 mL de suco intestinal, 1,35 mL de $CaCl_2$ 9 mmol L^{-1} e NaOH 1 mol L^{-1}, para ajustar o pH a 7, e encaminhou-se as soluções novamente ao banho à 37 °C com agitação por mais 2 horas. Após as soluções foram colocadas em um banho de gelo por 20 min para inativação

da atividade enzimática e, posteriormente, centrifugadas por 10 min a 10000 rpm para separação da fração bioacessível, a qual foi utilizada para determinação dos analitos por MIP OES. Os resultados foram submetidos a análise de variância ANOVA através do teste t – *Student* a 5 % de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As quantidades totais, bioacessíveis e a porcentagem da fração bioacessível dos elementos foram obtidos com o feijão cru e cozido e estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Concentração total, bioacessível e porcentagem da fração bioacessível do feijão:

Elementos (mg kg^{-1})	Concentração Total (CT)		Concentração Bioacessível (CB)		Porcentagem Fração Bioacessível (FB)	
	Cru	Cozido	Cru	Cozido	Cru	Cozido
Ba	5,6 ± 0,1^{a}	1,5 ± 0,2^{b}	0,3 ± 0,1^{a}	0,1 ± 0,1^{a}	6,1	6,5
Cu	9,1 ± 0,5^{a}	3,1 ± 0,1^{b}	3,9 ± 0,1^{a}	1,3 ± 0,1^{b}	43,3	41,7
Fe	77,5 ± 1,7^{a}	34,5 ± 0,3^{b}	3,4 ± 0,1^{a}	0,7 ± 0,3^{b}	4,4	2,1
Mn	18,4 ± 1,9^{a}	5,3 ± 0,3^{b}	5,2 ± 0,1	< LD(m)	28,4	-
Pb	0,9 ± 0,1^{a}	1,1 ± 0,1^{a}	< 0,039	0,2 ± 0,0	-	19,8
Zn	18,8 ± 0,3^{a}	15,5 ± 0,4^{b}	9,2 ± 0,1^{a}	3,8 ± 0,1^{b}	48,7	24,6

Média (n=3) ± desvio-padrão acompanhadas por letras minúsculas diferentes na linha, diferem entre si, pelo teste t - *Student* ($p \leq 0,05$) comparando os tratamentos (cru e cozido) em cada cultivar; % FB =[CB]/[CT]× 100

Para a concentração total, o elemento que apresentou maior concentração no feijão cru e cozido foi o Fe, seguido pelo Zn e Mn. O processo de cozimento promoveu diminuição na concentração total dos elememtos, exceto para o Pb. A perda dos elementos durante a cocção é devida à remoção destes pela água. Durante a cocção, as moléculas de água entram no interior da matriz dos grãos, dissolvendo uma parcela desses elementos e assim os carregam para fora do grão por lixiviação. Com isso espera-se que os teores dos elementos sejam menores nos grãos cozidos do que neles crus (TOGNON, 2012). Para o Pb o feijão está acima do Limite Máximo de Contaminante estabelecido pela RDC n° 42 de 2013 (BRASIL, 2013) que é de 0,10 mg/kg. Altas concentrações de Ba são desfavoráveis devido à sua toxicidade.

Para a bioacessibilidade, o Cu apresentou maior porcentagem bioacessível tanto no feijão cru como no cozido, seguido pelo Zn. Os elementos tóxicos Ba e Pb apresentaram baixa bioacessibilidade, fato importante pois esses elemento são potencialmente tóxicos ao organismo. O Zn apresentou diminuição da porcentagem bioacessivel com o cozimento. A porcentagem

bioacessível do Fe também diminuiu após a cocção, ficando em 2 %. Segundo a FAO (2001), o consumo recomendado de vegetais secos/frescos cozidos é de 3 colheres de sopa por dia (média de 80 g). Convertendo os resultados da concentração bioacessível de feijão cozido para mg/80g e correlacionando com a ingestão diária recomendada para Fe de 14 mg para adultos, percebe-se que o feijão contribui com parte da ingestão de Fe, porém, é necessário consumir outros alimentos combinados ao feijão ao longo do dia para auxiliar na suplementação.

CONCLUSÃO

Os resultados indicam que possivelmente a água e o processo de cocção tem influência significativa no teor de minerais. Pode-se evidenciar que nem todo o conteúdo de um elemento presente no alimento é passível de ser liberado da matriz do alimento durante a digestão gastrointestinal humana, tornando-se disponível para a absorção e consequente utilização pelo organismo.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Regulamento Técnico MERCOSUL sobre Limites Máximos de Contaminantes Inorgânicos em Alimentos. Diário Oficial da União, RDC n. 42 de 29 de agosto de 2013.

FAO. *Human Vitamin and Mineral Requirements*. Bangkok: FAO/OMS Expert Consultation, 2001.

HAYAT, I., AHMAD, A., MASUD, T., AHMED, A. Nutritional and health perspectives of beans (Phaseolus vulgaris L.): an overview. **Critical Reviews in Food**, v. 54, n. 5, p. 580-92, 2014.

MINEKUS, M., ALMINGER, M., ALVITO, P., et al. A standardised static in vitro digestion method suitable for food – an international consensus. **Food Function**, v. 5, p. 1113-1124, 2014.

SCHUCHARDT, J. P., HAHN, A. Intestinal Absorption and Factors Influencing Bioavailability of Magnesium-Na Update. **Curr. Nutr. Food Sci**, v. 13, p. 260–278, 2017.

TAGLIAZUCCHI, D., VERZELLONI, E., BERTOLINI, D., CONTE, A. In vitro bio accessibility and antioxid34ant activity of grape polyphenols. **Food Chemistry**, v. 2, p. 599-606, 2010.

TOGNON, A. L. **Quantificação e avaliação da bioacessibilidade in vitro de micro e macroelementos em frutas, hortaliças e cereais.** Dissertação apresentada ao Departamento de Química da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciências (Química). Ribeirão Preto – SP, 2012.